

PCT/JP03/10511

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

20.08.03

REC'D 10 OCT 2003

WIDE EST

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 5月26日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-147108
[ST. 10/C]: [JP2003-147108]

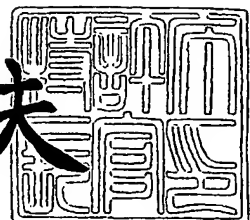
出 願 人
Applicant(s): JFEスチール株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 9月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特2003-3070317

【書類名】 特許願

【整理番号】 2002SN0897

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B21B 39/02

【発明者】

 【住所又は居所】 川崎市川崎区南渡田町1番1号 J F E技研株式会社内

 【氏名】 青江 信一郎

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F Eスチール株式会社内

 【氏名】 小林 正樹

【発明者】

 【住所又は居所】 川崎市川崎区南渡田町1番1号 J F E技研株式会社内

 【氏名】 林 宏優

【特許出願人】

 【識別番号】 000001258

 【氏名又は名称】 J F Eスチール株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100116230

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 中濱 泰光

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 002347

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0304196

【プルーフの要否】

要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 熱間圧延設備および熱延鋼帯の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 鋼材を圧延して熱延鋼帯をなす熱間圧延機と、前記熱間圧延機の出側に設けられ、圧延された熱延鋼帯を通板させるランナウトテーブルと、前記ランナウトテーブルの上方から通板中の熱延鋼帯に冷却水を供給する冷却装置と、前記ランナウトテーブル上を通板中の熱延鋼帯の先端部、後端部または途中部が当該ランナウトテーブルから浮上して当該熱延鋼帯の通板安定性が阻害されるのを防止するように、熱延鋼帯自体に対して上方から、または、熱延鋼帯の上空領域に流体噴流を噴射する流体噴射装置と、前記流体噴流を、前記冷却装置によって上方から供給される冷却水から遮蔽する遮蔽部材とを備えたことを特徴とする熱間圧延設備。

【請求項 2】 前記流体噴射装置は、熱延鋼帯の上空領域に流体噴流を噴射する場合には、その流体噴流が熱延鋼帯に落下することなく、かつ、熱延鋼帯通板方向の速度成分を有しつつ前記上空領域を略水平に進行するように、当該流体噴流を噴射することを特徴とする請求項 1 に記載の熱間圧延設備。

【請求項 3】 前記遮蔽部材は、前記流体噴流の直上に形成された第 2 の流体噴流であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の熱間圧延設備。

【請求項 4】 前記遮蔽部材は、板状体であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の熱間圧延設備。

【請求項 5】 圧延した熱延鋼帯をランナウトテーブル上に通板させるとともに、ランナウトテーブル通板中の熱延鋼帯に対し、その上方から冷却水を供給する熱延鋼帯の製造方法において、

前記ランナウトテーブル上を通板中の熱延鋼帯の先端部、後端部又は途中部が当該ランナウトテーブルから浮上して当該熱延鋼帯の通板安定性が阻害されるのを防止するように、熱延鋼帯自体に対して上方から、または、熱延鋼帯の上空領域に流体噴流を噴射するとともに、前記流体噴流を、上方から供給される冷却水から遮蔽することを特徴とする熱延鋼帯の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、熱間圧延機により圧延し製造される熱延鋼帯をランナウトテーブル上を安定して通板させる熱間圧延設備および熱延鋼帯の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

一般に、熱間圧延設備においては、熱間圧延機群で圧延し製造される熱延鋼帯をランナウトテーブル上を通板させつつコイラーにより巻取るようになっている。

【0003】

ランナウトテーブルの機能は、熱延鋼帯を所要の強度にするために熱延鋼帯の上下面を連続的に水冷却することである。熱間圧延設備で製造される熱延鋼帯の板厚は約1.0mm～約20mmと大きく幅があり、鋼種も様々な存在する。種々の熱延鋼帯の水冷却に対応するために、ランナウトテーブル設備全長は一般的に約100m程度である。

【0004】

熱延鋼帯の板厚が薄い、いわゆる薄物（板厚1.6mm～2.0mm）では、先端がコイラーに巻取られるまでは、水冷却を行わない操業が実施されている。なぜなら、先端がコイラーに巻き取られていない熱延鋼帯は張力が作用していないので、冷却水の粘性抵抗等によりランナウトテーブル上を通板させることが困難になるからである。

【0005】

さらに熱延鋼帯の板厚が極めて薄い、いわゆる極薄物（板厚1.6mm以下）では、先端がコイラーに巻取られるまではもちろん水冷却を行わないが、水冷却をしなくても、通板が不安定になる。

【0006】

極薄物では、熱延鋼帯先端部が複数のテーブルロールからなるランナウトテーブル50上を通過する際、熱延鋼帯は張力のない非定常的な不安定な状態で通板

しているので、図5(a)に示すように先端部が浮き上がるバウンド51が発生し、最終的には図5(b)のごとく手前に折れ曲がる頭折れ52が発生する。

【0007】

また、同じく熱延鋼帯がランナウトテーブル50上を通過する際、テーブル下流側熱延鋼帯の通板速度がテーブル上流側熱延鋼帯の通板速度よりも遅くなったとき、図5(c)に示すように熱延鋼帯が波打つループ53が発生し、その後、図5(d)に示すように最終的には手前に折れ曲がる腰折れ54が発生する。

【0008】

このような不安定な現象は、熱延鋼帯が極薄物の場合だけでなく、通板速度によっては薄物の場合にも生じる。

【0009】

以上のように通板中に熱延鋼帯に不安定現象が発生する理由は、熱延鋼帯が無張力状態で不安定な状態で通板することの他、ユーザの要求によりますます板厚の薄い熱延鋼帯を製造する必要から発生するものである。しかも、このような不安定現象の発生は確率的なものであり、いつ、どの個所で発生するのか、その特定は非常に難しい。

【0010】

ところで、通板中の熱延鋼帯にバウンド51や頭折れ52が発生すると、熱延鋼帯先端部がコイラー手前のピンチロール間に進入できず、コイラーによる熱延鋼帯の巻取りが不可能な状態となるばかりか、またバウンド51、頭折れ52の部分がぶつかる衝撃によりピンチロール、コイラーを含む周辺の構成部材を破損する可能性もある。また、コイラーにより熱延鋼帯の巻取りが行えたとしても、次の処理工程において頭折れ52の部分を切断除去する処理が必要となり、製品の歩留まり、直行率が悪くなり生産性が著しく低下する。

【0011】

また、通板中の熱延鋼帯にループ53や腰折れ54が発生した場合にも、前述の頭折れ52と同様に腰折れ54部分を切断除去しなければならず、製品の歩留まり、直行率が悪くなり生産性が著しく低下する。

【0012】

そこで、熱延鋼帯製造メーカーにおいては、通板中の熱延鋼帯の不安定現象をいかに安定な状態で通板させるかの対策が急がれており、熱延鋼帯の生産性、品質を高める観点からも最重要課題の1つと考えられている。

【0013】

ここで、最も単純には、ランナウトテーブル50上を通過する熱延鋼帯に不安定現象を発生させない速度で通板させることが考えられるが、熱延鋼帯の生産性、品質の観点から採用しがたい。

【0014】

そこで、従来、熱延鋼帯の安定通板を確保する観点から、以下のような幾つかの対策技術が提案されている。

【0015】

その1つは、ランナウトテーブル50上を通板する熱延鋼帯先端部にノズルから気体、液体等の水平流または斜向流を吹き付け、熱延鋼帯の浮き上がりを押し付けることにより、バウンド51や頭折れ52などの発生を回避する技術が知られている（例えば、特許文献1参照。）。

【0016】

【特許文献1】

特公昭52-30137号公報

他は、ランナウトテーブル50の上流側上部に流体を噴射する複数のスプレー装置が設置され、各スプレー装置から斜め方向に向けて熱延鋼帯の上面に直接液体噴流を吹き付け、熱延鋼帯に推進力を作用させることにより、熱延鋼帯先端部のバウンドや熱延鋼帯先端部以外の個所に発生するループを回避しつつ通板させる技術が知られている（例えば、特許文献2参照。）。

【0017】

【特許文献2】

特開平10-118709号公報

【0018】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の特許文献1、特許文献2に示された方法は、熱延鋼帯先

端部を所要の強度にするための水冷却と同時に使用できない。なぜなら、熱延鋼帯の上面を冷却する冷却水により、熱延鋼帯の安定通板を目的とした流体噴流の流速が著しく減衰するために、流体噴流と熱延鋼帯の衝突力が小さくなり、流体噴流による通板の安定化に必要な効果が発揮できないからである。ただし、熱延鋼帯先端部の水冷却を実施しないと先端部が所要の強度にならず、熱延鋼帯の歩留まりが低下して好ましくない。熱延鋼帯先端部の水冷却は必要であり、熱延鋼帯の安定通板を目的とした流体噴流との両立ができることが必須となっている。

【0019】

したがって、本発明は、上記のような従来技術の問題点を解決し、ランナウトテーブルの熱延鋼帯の安定通板を目的とした流体噴流と熱延鋼帯を品質制御するための水冷却とを両立させることができ、ひいては、薄物材の熱延鋼帯の品質向上、歩留まり向上をはかることのできる熱間圧延設備およびこの熱間圧延設備を用いた熱延鋼帯の製造方法を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するための本発明の熱間圧延設備および熱延鋼帯の製造方法は以下のような特徴を有する。

【0021】

(1) 鋼材を圧延して熱延鋼帯をなす熱間圧延機と、前記熱間圧延機の出側に設けられ、圧延された熱延鋼帯を通板させるランナウトテーブルと、前記ランナウトテーブルの上方から通板中の熱延鋼帯に冷却水を供給する冷却装置と、前記ランナウトテーブル上を通板中の熱延鋼帯の先端部、後端部または途中部が当該ランナウトテーブルから浮上して当該熱延鋼帯の通板安定性が阻害されるのを防止するように、熱延鋼帯自体に対して上方から、または、熱延鋼帯の上空領域に流体噴流を噴射する流体噴射装置と、前記流体噴流を、前記冷却装置によって上方から供給される冷却水から遮蔽する遮蔽部材とを備えたことを特徴とする熱間圧延設備。

【0022】

(2) 前記流体噴射装置は、熱延鋼帯の上空領域に流体噴流を噴射する場合は、その流体噴流が熱延鋼帯に落下することなく、かつ、熱延鋼帯通板方向の速度成分を有しつつ前記上空領域を略水平に進行するように、当該流体噴流を噴射することを特徴とする上記(1)に記載の熱間圧延設備。

【0023】

(3) 前記遮蔽部材は、前記流体噴流の直上に形成された第2の流体噴流であることを特徴とする上記(1)または(2)に記載の熱間圧延設備。

【0024】

(4) 前記遮蔽部材は、板状体であることを特徴とする上記(1)または(2)に記載の熱間圧延設備。

【0025】

(5) 圧延した熱延鋼帯をランナウトテーブル上に通板させるとともに、ランナウトテーブル通板中の熱延鋼帯に対し、その上方から冷却水を供給する熱延鋼帯の製造方法において、前記ランナウトテーブル上を通板中の熱延鋼帯の先端部、後端部又は途中部が当該ランナウトテーブルから浮上して当該熱延鋼帯の通板安定性が阻害されるのを防止するように、熱延鋼帯自体に対して上方から、または、熱延鋼帯の上空領域に流体噴流を噴射するとともに、前記流体噴流を、上方から供給される冷却水から遮蔽することを特徴とする熱延鋼帯の製造方法。

【0026】

【発明の実施の形態】

本発明の熱間圧延設備を最も効果的に実現させる流体噴流は、ランナウトテーブル通板中の熱延鋼帯に落下することなく、その上空領域を略水平な軌跡をたどって通過するよう、流体噴射装置により噴射されたものである。かかる流体噴流は通板不安定を解消できるように、熱延鋼帯通板方向の速度成分を有するものでなければならない。

【0027】

まず、このような略水平な流体噴流を用いた場合について説明する。

【0028】

上記流体噴射装置から噴射される略熱延鋼帯通板方向に向いた略水平な流体噴

流 5 の力学的作用線が熱延鋼帯の不安定現象に対して抑制・解消する過程について図 6 および図 7 を用いて説明する。

【0029】

流体噴射装置 6 からバウンドが大きく成長する前に力学的作用線となる流体噴流 5 を略水平に噴射する。一方、徐々にバウンドが成長し高くなると、水平の流体噴流 5 と交叉する（図 6（a）参照）。このとき、流体噴流 5 によりバウンドの頂点近くの衝突点 31 に略水平方向の噴流推進力が作用する。その結果、図 6（b）に示すように噴流がバウンドに当たると前方に押し出され、その鋼帯先端ピーク位置は下降すなわちバウンドの成長は抑制され、最終的には図 6（c）に示すように解消し、安定通板状態に入る。この推進力は、略水平方向に作用するために、熱延鋼帯をランナウトテーブル 50 を構成するテーブルロール間に押し込むことなく、確実、かつ、安定した状態でバウンドを抑制・解消させることが可能となる。しかも、従来のように不安定挙動部と噴流との相対位置関係により、その効果が変動するということなく、定常的な効果を発揮する。

【0030】

また、ループについては、同じく流体噴射装置 6 からループが大きく成長する前に力学的作用線となる流体噴流 5 を噴射すると、噴流 5 が成長してくるループと交差し（図 7（a）参照）、この噴流によりループの頂上近くの衝突点 31 に略水平方向の推進力が作用する。その結果、図 7（b）に示すようにループが前方に押し出され、そのループ頂上部位置は下降すなわちループの成長は抑制され、図 7（c）に示すように最終的には解消し安定通板状態に至る。この推進力は、略水平方向に作用するために、熱延鋼帯をランナウトテーブル 50 を構成するテーブルロール間に押し込むことなく、確実、かつ、安定した状態でループを抑制し解消させることが可能となる。しかも、従来のように不安定挙動部と流体噴流との相対位置関係により、その効果が変動することもなく定常的な効果を発揮する。

【0031】

しかも、流体噴射装置 6 から以上のような望ましい条件のもとに噴射される流体噴流 5 は、熱延鋼帯先端がコイラーに巻き取られるまでの間、ランナウトテ

ブル50上の任意長、もしくは全長にわたって熱延鋼帯の品質に影響を与えることなく定常的に実現できる。従って、熱延鋼帯に発生した不安定現象は大きく成長する前に抑制・解消され、熱延鋼帯の安定通板が確実に達成でき、しかも噴射された流体噴流5は熱延鋼帯表面に落下せずに鋼帯未存在領域まで略水平方向を維持しながら到達するため、鋼帯の特定領域を極端に冷却するといった品質変化をもたらすことなく、均一の品質をもつ熱延鋼帯を製造することが可能となる。

【0032】

上記のようなメカニズムを実現するために流体噴射装置6は以下のような条件を備えることが好ましい。

【0033】

(1) ランナウトテーブル幅方向両側に各流体噴射装置を配置する場合、2つの流体噴射装置の配置間隔 dN は、当該ランナウトテーブルを構成するテーブルロール長さを dT とすると、

$$0 \leq dN \leq dT + \delta T \quad (\delta T: \text{構造制約から生ずる余分長さ})$$

なる関係を満たすように配置する。

【0034】

(2) 流体噴射装置のパスラインからの設置高さ h は、噴射ノズル許容高さを H とすると、 $0 \leq h \leq H$ なる関係を満たすように設定する。但し、 H は $50 \text{ (mm)} \leq H \leq 450 \text{ (mm)}$ とする。

【0035】

(3) ランナウトテーブル長手方向に配置される流体噴射装置相互の配置間隔を lN とすると、 $0 \leq lN \leq LF1 + LT$ なる関係を満たすように配置する。

【0036】

但し、 $LF1$ は流体噴流が熱延鋼帯通板方向へ略水平で到達する距離であり、 $LF1 \leq 20000 \text{ (mm)}$ の範囲とし、 LT はバウンド発生初期から頭折れに至るまでの距離であり、 $6000 \text{ (mm)} \leq LT \leq 10000 \text{ (mm)}$ の範囲とする。

【0037】

(4) 流体噴射装置からの流体噴流の噴射向きは、熱延鋼帯通板方向からの角

度 α は、 $5^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$ の範囲、また噴射ノズル高さの水平面からの角度 β は、 $-10^\circ \leq \beta \leq +10^\circ$ の範囲に設定する。

【0038】

(5) 流体噴射装置から噴射される流体噴流の衝突力 F (ベクトル) のうち、熱延鋼帯の通板方向成分 (推進力) F_n が $|F_n| \leq 50$ (kgf) を満たすように設定する。

【0039】

(6) 流体噴射装置から熱延鋼帯通板方向の速度成分の大きさが最小の場合であっても熱延鋼帯の通板速度以上であり、かつ、その断面形状は連続棒状 (円形断面) になるような流体噴流である。

【0040】

以下にそれぞれの項目について詳細に説明する。

【0041】

(1) ランナウトテーブル幅方向両側の流体噴射装置配置間隔について

一般に、複数の流体噴射装置 6 を配置する場合、当該ランナウトテーブル幅方向両端部に配置される流体噴射装置 6 の配置間隔 dN は、図 8 (a) に示すごとくテーブルロール長 dT 程度もしくはそれ以下に設置するのが望ましい。すなわち、流体噴射装置 6 の幅方向設置間隔 dN は、

$$0 \leq dN \leq dT$$

なる関係が成立する範囲に設定することが望ましい。なお、 $dN=0$ とは流体噴射装置 6 がランナウトテーブル長手 (搬送ライン) 方向に直線状に配置されることを意味する。但し、構造制約から生じる余分長さ δT を考慮して、 $0 \leq dN \leq dT + \delta T$ となる場合もある。

【0042】

(2) 流体噴射装置の噴射ノズル設置高さについて

熱延鋼帯 1 のパスラインからの噴射ノズル高さ h は次のように設定される。ここで、パスラインとは、熱延鋼帯 1 がランナウトテーブル 50 上を理想的な状態で通過したときに描く通過軌跡、つまり各テーブルロールの円弧頂を接線として滑らかに繋ぎ合わせてなる直線もしくは曲線ラインに相当するものであって、図

8 (b) に示すようにパスラインからの噴射ノズル高さ h は、噴射ノズル許容高さを H とすると、 $0 \leq h \leq H$ なる関係を満たすように設定する。

【0043】

この噴射ノズル高さ h は、数値解析や実験の結果から 150 (mm) が最も好ましいと想定されるが、50～450 (mm) 程度の許容高さ H の範囲であれば十分であると考えられる。バウンド、ループ等の不安定現象の抑制・解消プロセスとしては、熱延鋼帯の不安定挙動部が大きく成長した後、その不安定挙動部を衝撃力等によって急激に解消させるものではなく、不安定挙動部が大きく成長する前に略水平噴流により推進力を入力し、その成長を抑制し、かつ滑らかに解消させることが重要である。つまり、流体噴射装置 6 の噴射ノズル設置高さの重要性は、例えば噴射ノズル設置高さが高いほど、当該流体噴射装置 6 から噴射する略水平噴流の作用する高さは既に不安定挙動部が大きく成長してしまっており、バウンド、ループ等を効果的に抑制・解消できない状態となるため、流体噴射装置 6 としてはパスラインからそれほど高くない位置に設置するという点にあるが、熱延鋼帯の種類や通板速度等の違いにより多少許容高さの範囲が必要である。

【0044】

ちなみに、熱延鋼帯の頭折れの発生に関して跳ね上がった熱延鋼帯先端部が到達する最大高さ H_{MAX} は多くの場合およそ $H_{MAX} < 500$ (mm) であると想定できるので、噴射ノズル設置高さ $h = 500$ (mm) に設定した場合、バウンドは流体噴流高さに到達しないまま頭折れに至ってしまう場合が多い。従って、噴射ノズル設置高さ h が 500 (mm) の場合にはあまり意味がないと考えられる。 $h = 450$ (mm) では、バウンドがかなり大きく成長している段階であり、流体噴流 5 は熱延鋼帯のバウンドに作用するが、効果の程度はぎりぎりのところである。

【0045】

一方、流体噴射装置 6 の噴射ノズル設置高さが低すぎても高い効果が発揮しにくい。逆説的な表現になるが、流体噴流 5 が高い抑制・解消効果を発揮させるためには、不安定挙動部は適度に成長しているのが望ましい。

【0046】

従って、流体噴射装置 6 の噴射ノズル設置高さ h は、熱延鋼帯の種類や通板速度等を考慮すると、 $50 \sim 450$ (mm) の許容高さの範囲にあれば、或る程度の効果を期待することができる。さらには、 $50 \sim 400$ (mm) の許容高さの範囲とすれば、さらなる効果を期待することができる。さらには、 $50 \sim 350$ (mm) の許容高さの範囲とすれば、さらなる効果を期待することができる。さらには、 $50 \sim 300$ (mm) の許容高さの範囲とすれば、さらなる効果を期待することができる。さらには、 $50 \sim 250$ (mm) の許容高さの範囲とすれば、さらなる効果を期待することができる。さらには、 $50 \sim 200$ (mm) の許容高さの範囲とすれば、さらなる効果を期待することができる。そして、最も効果を期待するのであれば、 $100 \sim 200$ (mm) の許容高さの範囲内で噴射ノズルを設置し、流体噴射を水平に噴射すればよい。

【0047】

(3) ランナウトテーブル長手方向の流体噴射装置相互の配置間隔について

ランナウトテーブル長手方向に配置される流体噴射装置 6 相互の配置間隔 (噴射ノズル配置ピッチ) $1N$ は、流体噴流 5 が熱延鋼帯通板方向へ略水平を維持しながら降下し到達する到達距離 $LF1$ よりも短く、具体的には $0 \leq 1N \leq LF1$ ($1N = 0$ は流体噴射装置 6 がランナウトテーブル幅方向に直線状に並ぶことを意味する) 程度の範囲に設定するのが望ましいが、 $LF1$ は、 $LF1 \leq 20$ m 程度を想定しておくべきである。また、実際には、テーブルローラの幅方向長さによって異なる (通常、熱間圧延設備に使用するテーブルローラ幅方向の長さは略決められている)。すなわち、全部の流体噴射装置 6 を同時に動作させたとき、ランナウトテーブル一側方から通板ライン側を見たとき、図 8 (c) に示すように流体噴流 5 が熱延鋼帯通板方向に途切れることなく、且つ、パスライン上空に連続的に存在していることが望ましい。しかし、図 8 (d) に示すようにバウンド 51 の発生から頭折れ 52 に至るまでの距離 LT 、またループ 53 から腰折れ 54 に至るまでの距離 LM が想定できるものであれば、 $0 \leq 1N < LF1 + LT$ もしくは $0 \leq 1N < LF1 + LM$ 程度の範囲に設定してもよい。この場合には流体噴流 5 の存在領域は断続的なものとなる。

【0048】

さらに、詳細に考察すると、頭折れ 52 が発生する場合、バウンド 51 発生からバウンド部が鉛直状態、すなわち確実に頭折れに至る状態に判断できるまでの距離は数値解析によって調べてみると、図 9 に示すようにおよそ 6 m 程度であると想定され、図 8 (d) のように完全に頭折れに至るまでの距離はおよそ 10 m 程度であると想定される。

【0049】

(4) 流体噴流の噴射向きについて。

【0050】

流体噴流 5 の噴射向きは、ランナウトテーブル 50 上空の水平面内では熱延鋼帯 1 の略通板方向であり、また鉛直面内では略水平となるが、具体的には流体噴射装置 6 の噴射ノズルの設置角度は、図 8 (a) に示すように熱延鋼帯通板方向からの角度 α は、 $5^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$ 程度、また図 8 (b) に示すように噴射ノズル高さの水平面からの角度 β は、 $-10^\circ \leq \beta \leq +10^\circ$ 程度の範囲で設定する。その理由は、安定な状態で通板する熱延鋼帯に品質上の影響を与えないために、流体噴流 5 が熱延鋼帯上空を横切って熱延鋼帯の未存在領域に達することが望ましいためである。これら角度 α 、 β はそれぞれ 0° が理想的であることから、できるだけ $\alpha = 0^\circ$ 、 $\beta = 0^\circ$ に近い条件で設置するのが望ましい。

【0051】

なお、各流体噴射装置 6 としては、予め設置角度 α 、 β を設定するが、例えば熱延鋼帯 1 の種類などに応じて角度調整機構などを用いて、前述する関係が成立するような範囲で α 、 β を可変としてもよい。

【0052】

(5) 流体噴流の通過軌跡について

図 10 に示すように、流体噴射装置 6 から噴射される流体噴流 5 の通過軌跡 7 は理想的には直線であることが望ましいが、少なくとも熱延鋼帯 1 がランナウトテーブル 50 上を安定に通板しているときに通過する領域軌跡 (直方体) 8 と交点をもたず、かつ、常に通過軌跡 7 が領域軌跡 8 の上空を通り、熱延鋼帯 1 の未存在領域に達するという条件を満たす必要がある。つまり、ランナウトテーブル 50 上を熱延鋼帯 1 を通板させるに際し、流体噴流 5 は、ランナウトテーブル上

を通過するが、熱延鋼帯通板方向の速度成分を有し、かつ、安定に通板する熱延鋼帯上に落下することなく、そのまま熱延鋼帯の存在領域上空および熱延鋼帯幅方向端部（境界線）および熱延鋼帯の未存在領域上空を通過し降下させる必要がある。つまり、流体噴流 5 は、安定に通板する熱延鋼帯 1 に衝突することなく、ひいては鋼帯に何らの影響を与えることなく、その上空を通過させることが条件となる。

【0053】

（6）噴流速度・形状（噴流条件）について

今、図 11 に示すように、熱延鋼帯 1 の通板速度と同速度で移動する鉛直板 9 を仮定する。この鉛直板 9 は、その板面の法線ベクトル n の向きが熱延鋼帯通板速度ベクトル V_s の向きと等しいとする。

【0054】

流体噴流 5 が鉛直板 9 に衝突する衝突力 F （ベクトル）のうち、法線ベクトル n 方向成分の衝突力（推進力） F_n の絶対値が非常に重要であり、衝突力 F_n （ベクトル、 $F_n = 0$ は、流体噴流 5 の噴流速度の熱延鋼帯通板方向成分が熱延鋼帯通板速度 V_s と等しい場合である）は、

$$|F_n \text{ (ベクトル)}| \leq F \text{ (kgf)}$$

なる関係が成立し、 $F = 45 \text{ (kgf)}$ 程度を満たすように設定することが望ましいが、 $F = 50 \text{ (kgf)}$ であってもよい。また、さらに板厚の薄い熱延鋼帯に発生する不安定挙動をより滑らかに抑制・解消するには、 $F = 40 \text{ (kgf)}$ 程度を満たすように設定することが望ましいが、 $F = 45 \text{ (kgf)}$ であってもよい。また、さらに板厚の薄い熱延鋼帯に発生する不安定挙動をより滑らかに抑制・解消するには、 $F = 35 \text{ (kgf)}$ 程度を満たすように設定することが望ましいが、 $F = 40 \text{ (kgf)}$ であってもよい。また、最も板厚の薄い熱延鋼帯に発生する不安定挙動をより滑らかに抑制・解消するには、 $F = 30 \text{ (kgf)}$ 程度を満たすように設定することが望ましいが、 $F = 35 \text{ (kgf)}$ であってもよい。

【0055】

このような衝突力 F_n を得るためには、噴射ノズル出口断面積、流体圧力、流

体噴流の向き（流体噴射装置 6 の角度）その他のパラメータを可変し設定する必要がある。また、前述する $|F_n|$ （ベクトル） $|$ 値はある程度の幅をもつので、熱延鋼帯通板速度 V_s を大きく変更しない限り、その通板速度変更の影響は $|F_n|$ （ベクトル） $|$ 値の幅の範囲内で吸収することが可能である。このことは、噴流条件の設定を変更せずに、熱延鋼帯通板速度の変更に対応できることを意味する。

【0056】

通常、流体噴流 5 が略水平の状態では熱延鋼帯の不安定挙動部に衝突したとき、流体噴流のもつ運動量すなわち衝突力が作用することになる。流体噴流は熱延鋼帯通板方向からある角度をなす方向に飛翔しており、そのために衝突力の全成分がバウンド、ループの抑制・解消に寄与しているわけでない。全成分のうち、「熱延鋼帯通板方向成分」のみが寄与しており、これを本発明においては「推進力」と定義する。

【0057】

さらに、噴流速度・形状について要約すれば、流体噴流 5 に要求される特性は、大きく分けて、バウンド、ループ等の不安定挙動部に対して、所定の推進力を確実に入力すること、またできるだけ遠方まで略水平状態で到達することである。

【0058】

また、常に安定した効果を発揮するためには、流体噴流 5 が不安定挙動部 32 に対して図 12 (b) のごとく断続的ではなくて図 12 (a) のごとく連続的であることが望ましい。

【0059】

このように流体噴流 5 は、熱延鋼帯通板方向の速度成分の大きさが最小でも熱延鋼帯 1 の通板速度の大きさ以上である必要があり、連続棒状、かつ、円形断面（噴射ノズル出口形状と一致する）であることが望ましい。

【0060】

以上は略水平な流体噴流の形成方法の一例について説明したが、これを具体的に用いた本発明に関わる説明を以下に行う。

【0061】

図1および図2は、本発明の熱間圧延設備の一実施形態を示すもので、図1は熱間圧延設備の側面図、図2は熱間圧延設備の平面図である。

【0062】

図1および図2において、熱間圧延設備は、ランナウトテーブル50と、ランナウトテーブル50の上方から通板中の熱延鋼帯1に冷却水21を供給するラミナヘッド20と、ランナウトテーブル上を通板中の熱延鋼帯の上空領域を略水平な軌道で通過しつつ通板方向の速度成分を有する流体を噴射し、この流体噴流5により熱延鋼帯の先端部、後端部または途中部がランナウトテーブルから浮上して当該熱延鋼帯の通板安定性が阻害されるのを防止するための流体噴射装置6と、この流体噴射装置6からの流体噴流5をラミナヘッド20から供給される冷却水21から遮蔽するために、流体噴流5の直上に遮蔽用流体噴流11を並列して噴射する第2の流体噴射装置10とからなる。

【0063】

図1において、熱延鋼帯1の下面を冷却するスプレーヘッドは省略してある。

【0064】

図2に示すように、流体噴射装置6から噴射される流体噴流5の直上に、第2の流体噴射装置10から遮蔽用流体噴流11を並列して噴射することによって、

ラミナヘッド20から噴射される冷却水21は、まず遮蔽用流体噴流11に衝突し、直接的に流体噴流5に衝突することはない。したがって、流体噴流5の流速は減速せずに熱延鋼帯1に衝突することが可能となる。

【0065】

流体噴射装置6から噴射される流体噴流5が、噴流の経路が直線的で拡散・減衰がほとんどない棒状噴流であれば、遮蔽用流体噴流11も棒状にできるので、熱延鋼帯1の冷却の阻害は最小限にとどめられる。

【0066】

図1では、流体噴射装置6から噴射される流体噴流5の直上に、第2の流体噴射装置10からの遮蔽用流体噴流11を上下方向に1段しか設けていないが、冷却水21の強さにあわせて、上下方向に多段にしてもよい。

【0067】

また、流体噴流 5 の噴流幅に合わせて、第 2 の流体噴射装置 10 を水平方向に複数個並べて設置してもよい。

【0068】

本実施形態においては、流体噴射装置 6 から噴射される流体噴流 5 と、その直上の第 2 の流体噴射装置 10 から噴射される遮蔽用流体噴流 11 は同時に噴射されるので、流体噴流 5 が噴射されない場合には遮蔽用流体噴流 11 も噴射されず、上面冷却を阻害しない。

【0069】

流体噴流 5 とその直上の遮蔽用流体噴流 11 は噴流としては略同じものであるから、上側にある遮蔽用流体噴流 11 は流体噴流 5 と同様に通板安定化にも寄与する。遮蔽用流体噴流 11 を流体噴流 5 と同じ条件になるように設定すれば効果は顕著である。

【0070】

第 2 の流体噴射装置 10 は噴射ノズルと簡単な配管で構成されるので設置コストが安価である。

【0071】

図 3 および図 4 は、本発明の熱間圧延設備の他の実施形態を示すもので、図 3 は熱間圧延設備の側面図、図 4 は熱間圧延設備の平面図である。

【0072】

図 3 および図 4 において、熱間圧延設備は、ランナウトテーブル 50 と、ランナウトテーブル 50 の上方から通板中の熱延鋼帯 1 に冷却水 21 を供給するラミナヘッド 20 と、ランナウトテーブル上を通板中の熱延鋼帯の上空領域を略水平な軌道で通過しつつ通板方向の速度成分を有する流体を噴射し、この流体噴流 5 により熱延鋼帯の先端部、後端部または途中部がランナウトテーブルから浮上して当該熱延鋼帯の通板安定性が阻害されるのを防止するための流体噴射装置 6 と、
この流体噴射装置 6 からの流体噴流 5 をラミナヘッド 20 から供給される冷却水 21 から遮蔽するために、流体噴流 5 の直上に設置された遮蔽板 12 とからなる

【0073】

図3において、熱延鋼帯1の下面を冷却するスプレーヘッドは省略してある。

【0074】

図4に示すように、流体噴射装置6から噴射される流体噴流5の直上に、遮蔽板12を設置することによって、ラミナヘッド20から噴射される冷却水21は、まず遮蔽板12に衝突し、直接的に流体噴流5に衝突することはないので、流体噴流5の流速は減速せずに熱延鋼帯1に衝突することが可能となる

流体噴射装置6から噴射される流体噴流5が棒状のものであれば、遮蔽板12も細長くすることができるので、熱延鋼帯1の冷却の阻害は最小限にとどめられる。

【0075】

また、遮蔽板12を水平方向に可動式とし、流体噴流5を使用しないでもよいような板厚が比較的厚い熱延鋼帯を製造する場合には、遮蔽板12をランナウトテーブル50の上側から取り除くようにしてもよい。

【0076】

本実施形態においては、遮蔽板12を用いることにより、流体噴射装置6から噴射される流体噴流5をランナウトテーブル上方のラミナヘッド20から供給される冷却水21から確実に遮蔽できる。

【0077】

なお、本実施形態においては、熱延鋼帯上空を略水平に通過しかつ通板方向速度成分を有する流体噴流を用いた場合で説明したが、本発明の適用はこのような流体噴流を用いる場合に限られるものではない。熱延鋼帯上空を通過する流体噴流が水平軌道でなく、例えば上昇噴流や下降噴流であっても通板方向速度成分を有すれば、図6および図7と同様なメカニズムにより不安定抑制効果のある程度期待できる。さらに、流体噴流は、熱延鋼帯上空領域を通過するものに限られず、熱延鋼帯自体に噴流を直接衝突させるようなものでもよい。例えば不安定発生部を検出することができ、その部位に直接噴流を当てることできれば不安定状態を有効に解消できる。また、条件設定しだいでは比較的弱い流体噴流を連続的

に熱延鋼帯に当てることも可能である。

【0078】

【発明の効果】

ランナウトテーブルの熱延鋼帯の安定通板を目的とした流体噴流と熱延鋼帯を品質制御するための水冷却とを両立させることができ、ひいては熱延鋼帯の品質向上、歩留まり向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の熱間圧延設備の一実施形態を示す、熱間圧延設備の側面図

【図2】 本発明の熱間圧延設備の一実施形態を示す、熱間圧延設備の平面図

【図3】 本発明の熱間圧延設備の他の実施形態を示す、熱間圧延設備の側面

図

【図4】 本発明の熱間圧延設備の他の実施形態を示す、熱間圧延設備の平面

図

【図5】 熱延鋼帯の通板中に生じる不安定現象を示す説明図

【図6】 流体噴流とバウンドの抑制・解消との関係を示す説明図

【図7】 流体噴流とループの抑制・解消との関係を示す説明図

【図8】 ランナウトテーブルの長手方向にそって配置する流体噴流装置の間隔、流体噴流の噴射距離を示す説明図

【図9】 バウンド発生から頭折れに至る距離を示す説明図

【図10】 流体噴流の通過軌跡と熱延鋼帯の通過領域軌跡との関係を示す説明図

【図11】 仮定的に鉛直板に流体噴流を衝突させたときの衝突力を示す説明図

【図12】 流体噴流の連続性の有効性を示す説明図

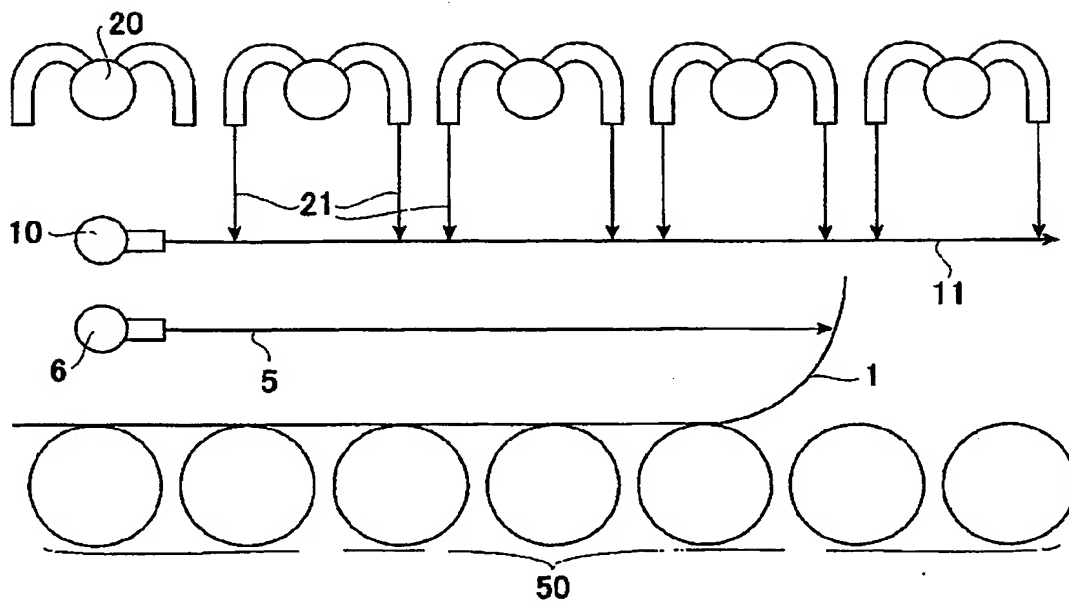
【符号の説明】

- 1 熱延鋼帯
- 5 流体噴流
- 6 流体噴射装置
- 7 流体噴流の通過軌跡

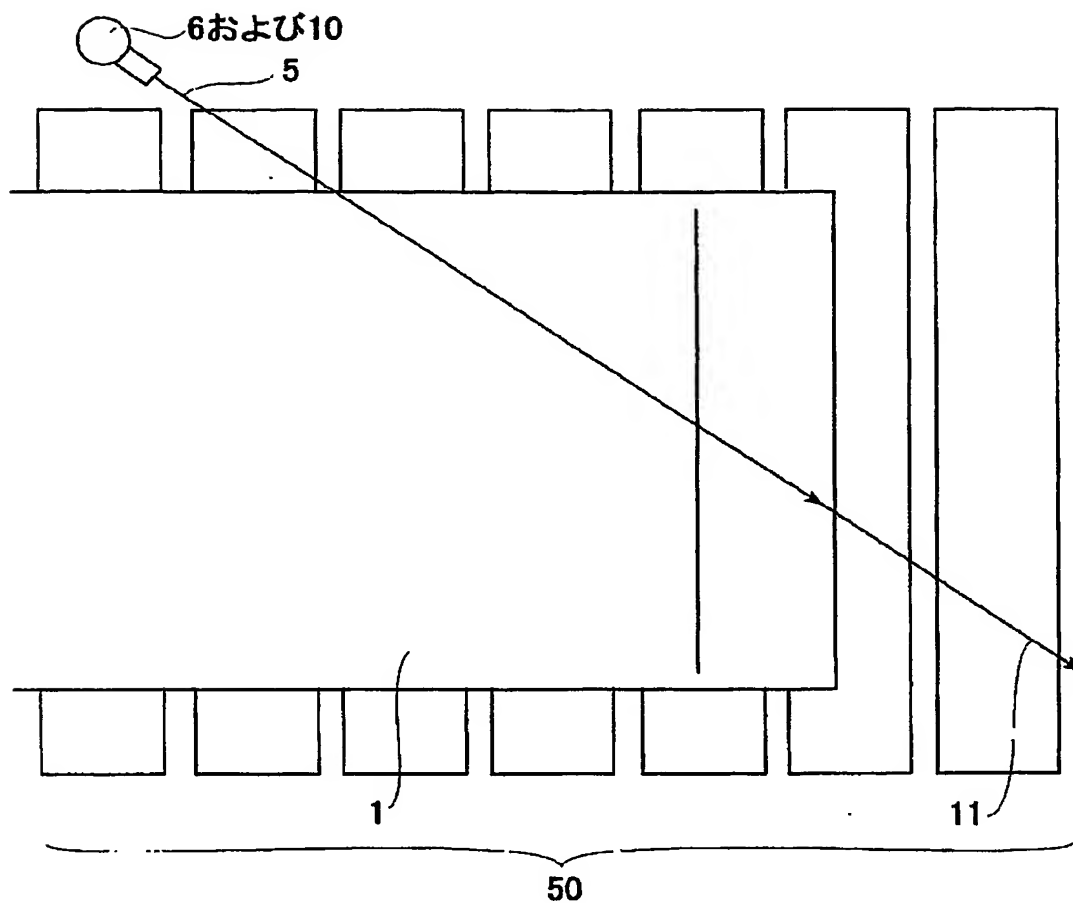
- 8 流体噴流の通過領域軌跡
- 9 鉛直板
- 10 第2の流体噴射装置
- 11 遮蔽用流体噴流
- 12 遮蔽板
- 20 ラミナヘッド
- 21 冷却水
- 31 衝突点
- 32 不安定挙動部
- 50 ランナウトテーブル
- 51 バウンド
- 52 頭折れ
- 53 ループ
- 54 腰折れ

【書類名】 図面

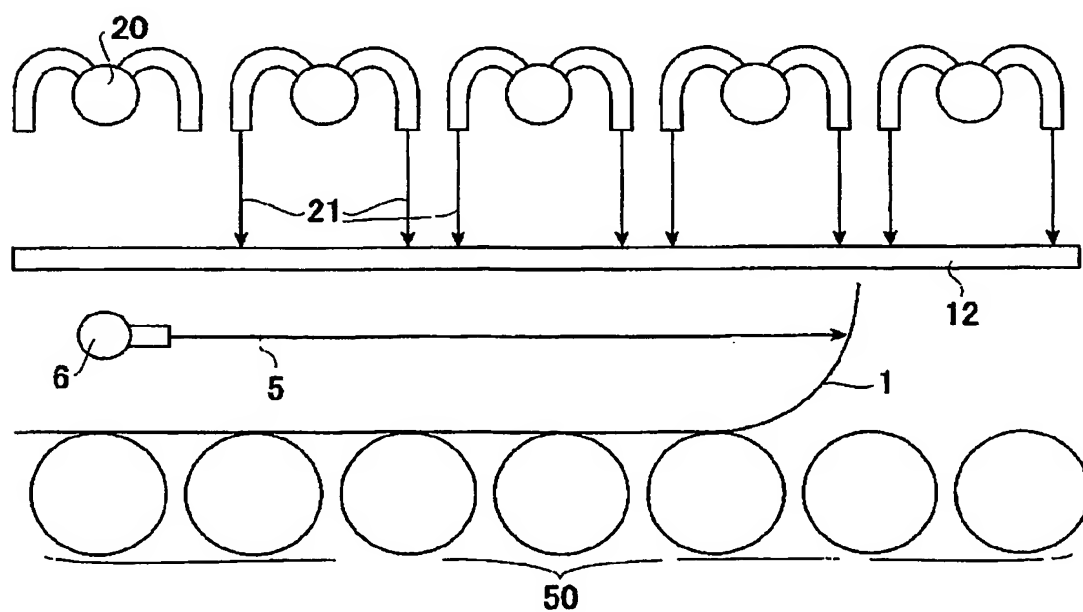
【図 1】



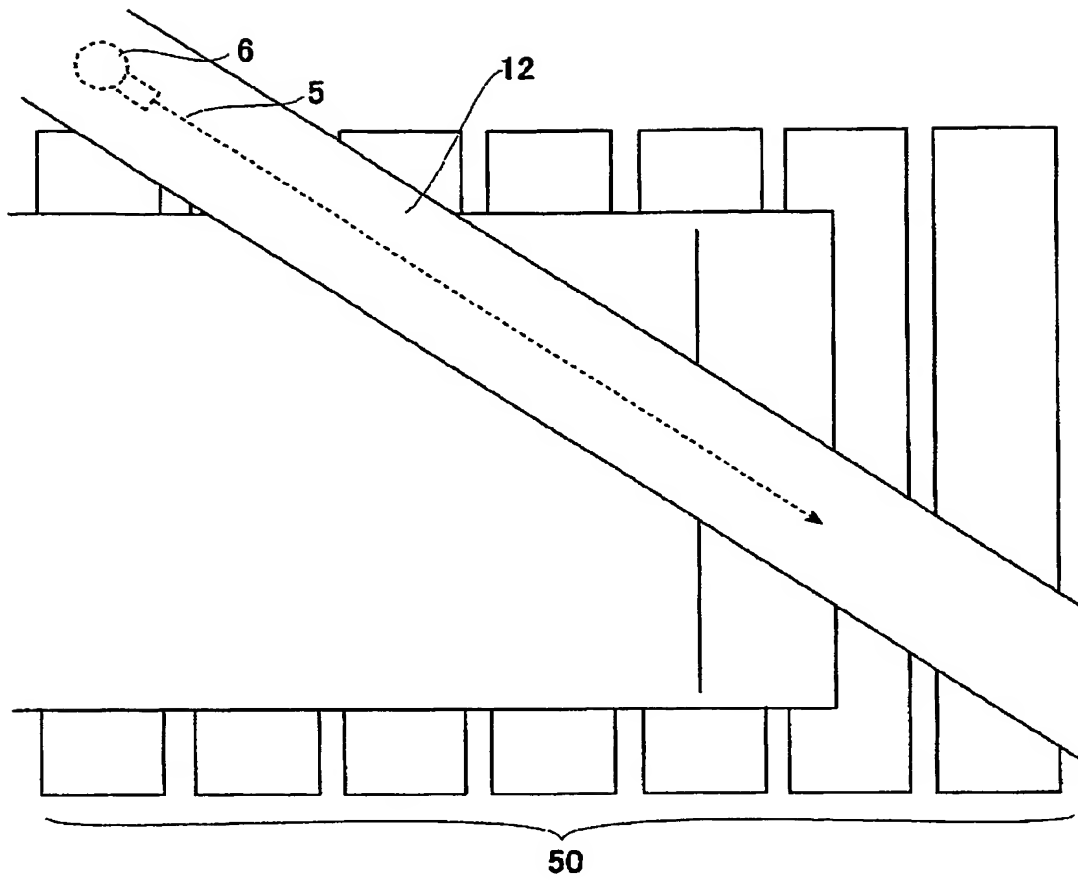
【図2】



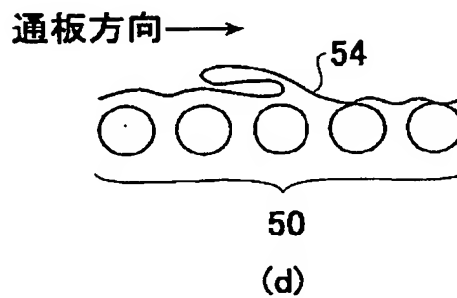
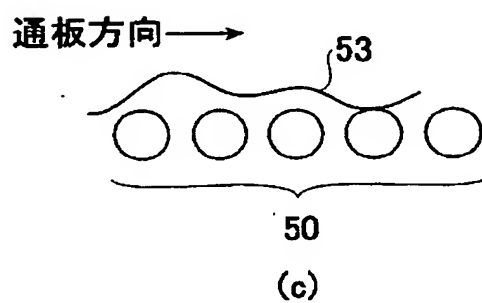
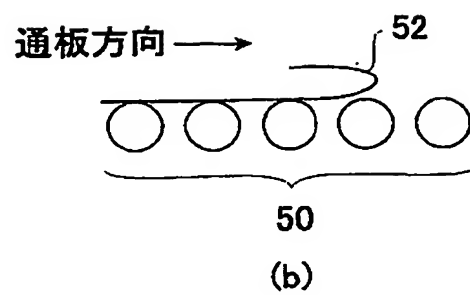
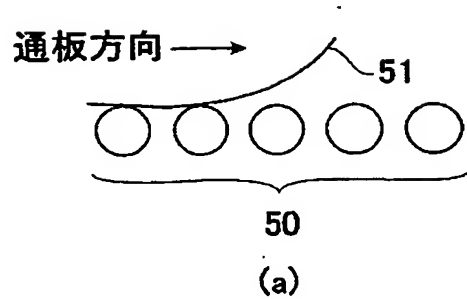
【図3】



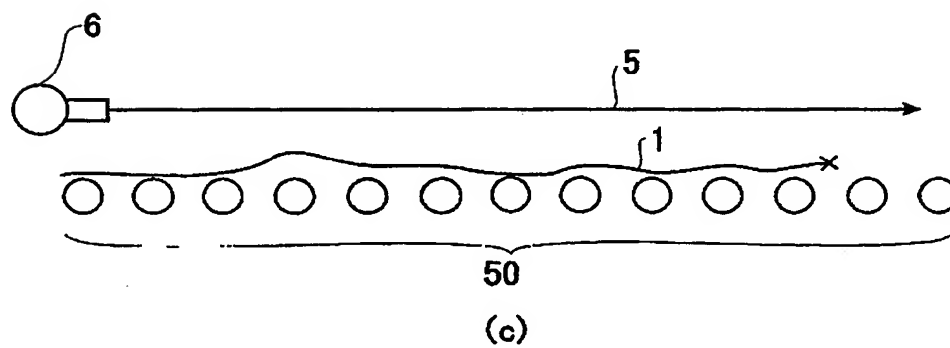
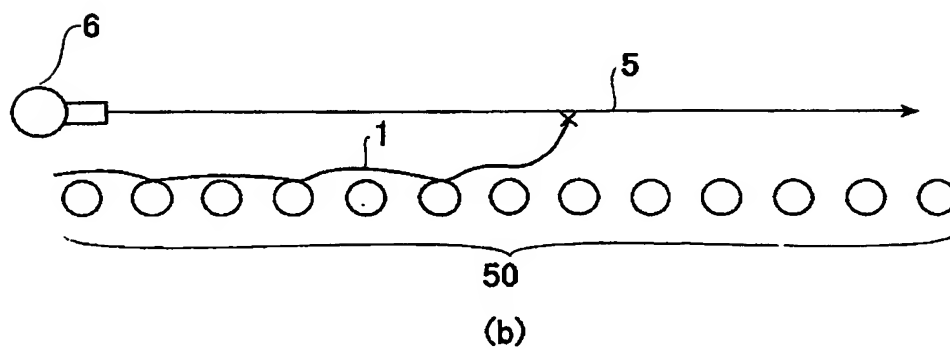
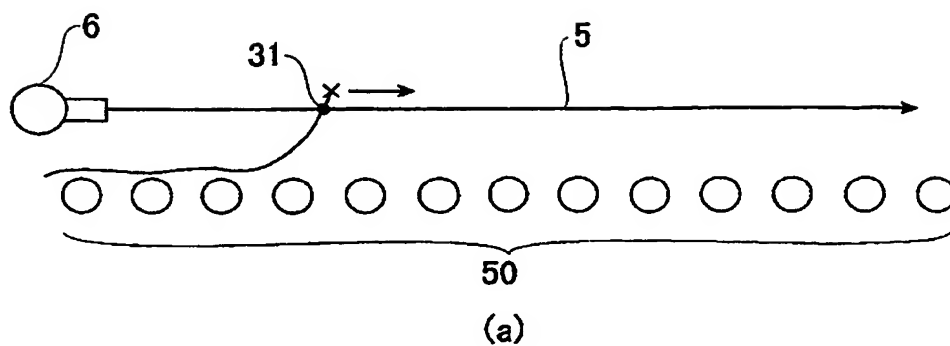
【図 4】



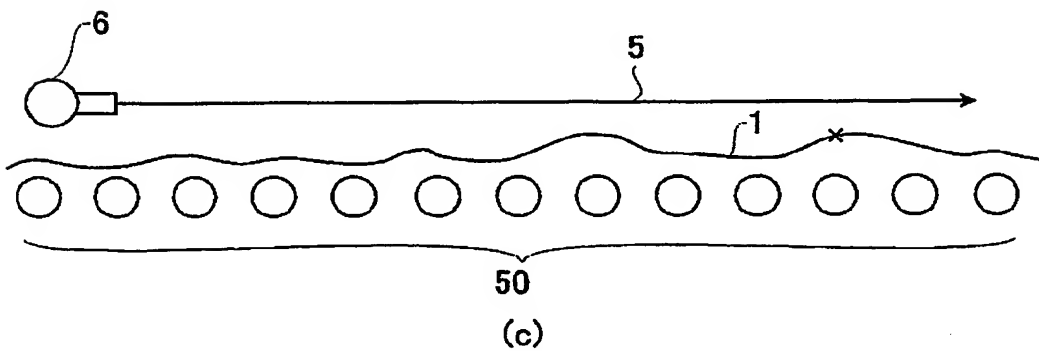
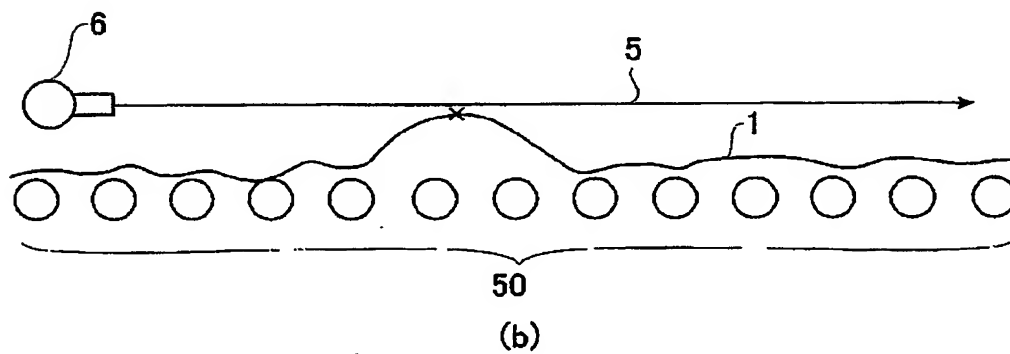
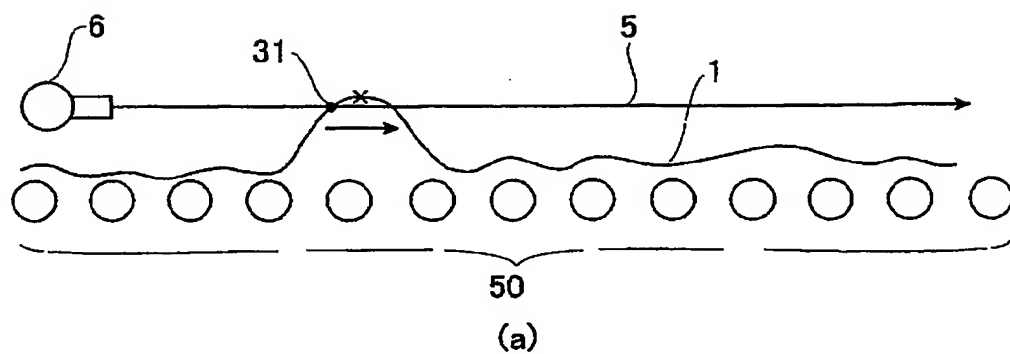
【図 5】



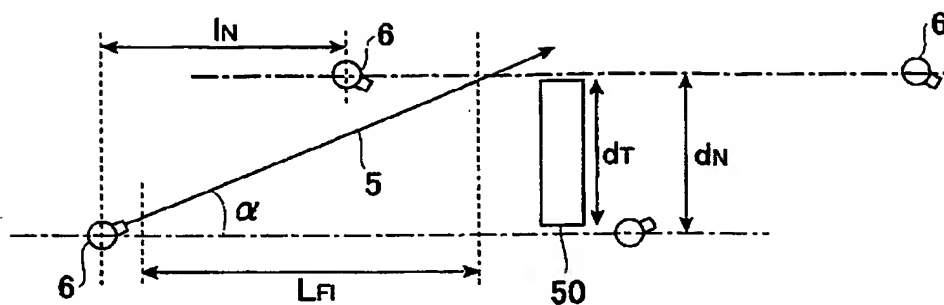
【図6】



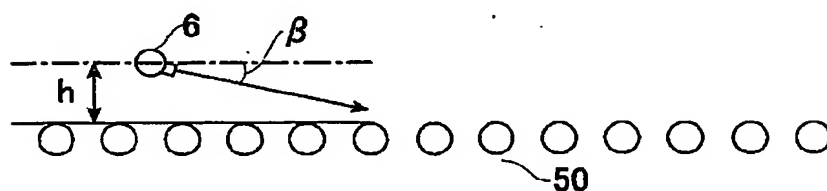
【図 7】



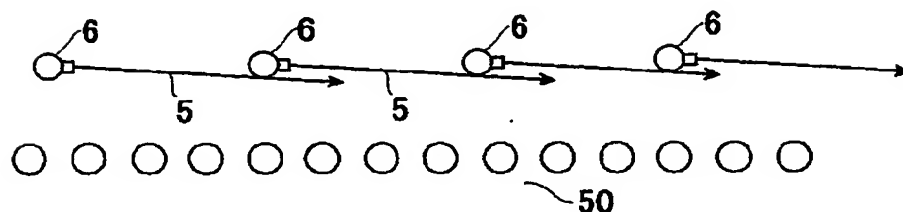
【図8】



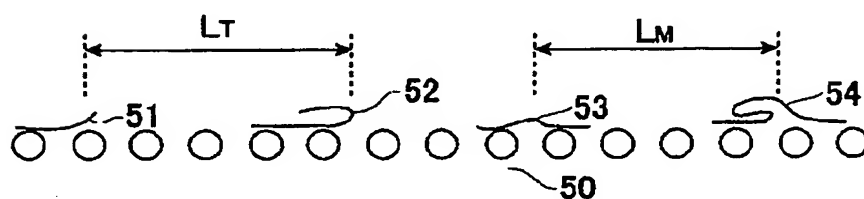
(a)



(b)

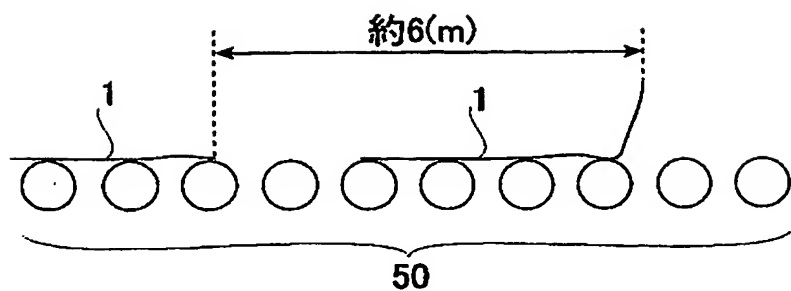


(c)

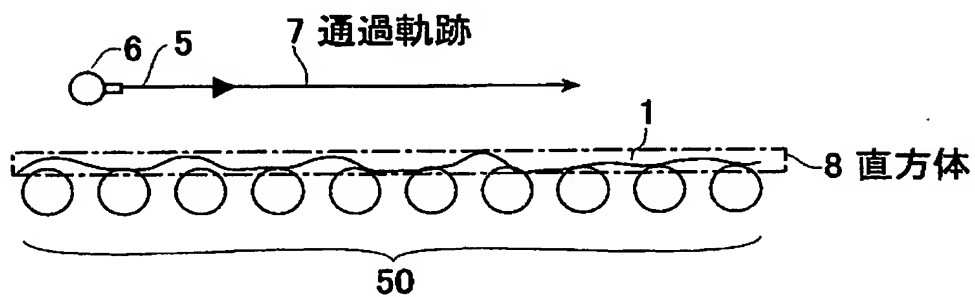


(d)

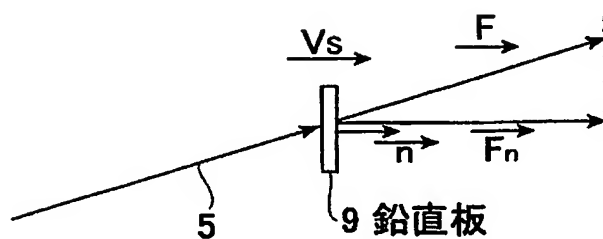
【図9】



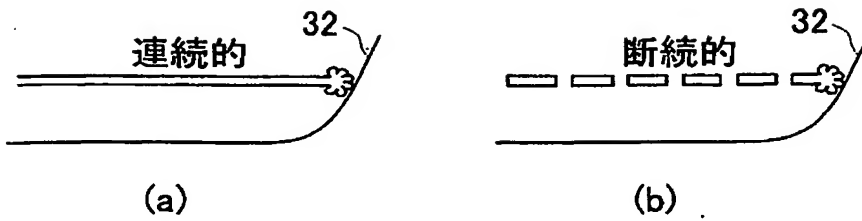
【図10】



【図11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

ランナウトテーブルの熱延鋼帯の安定通板を目的とした流体噴流と熱延鋼帯を品質制御するための水冷却とを両立させることができ、ひいては、薄物材の熱延鋼帯の品質向上、歩留まり向上をはかることのできる熱間圧延設備およびこの熱間圧延設備を用いた熱延鋼帯の製造方法を提供する。

【解決手段】

ランナウトテーブルの上方から通板中の熱延鋼帯に冷却水を供給する冷却装置と、前記ランナウトテーブル上を通板中の熱延鋼帯の先端部、後端部または途中部が当該ランナウトテーブルから浮上して当該熱延鋼帯の通板安定性が阻害されるのを防止するように、熱延鋼帯自体に対して上方から、または、熱延鋼帯の上空領域に流体噴流を噴射する流体噴射装置と、前記流体噴流を、前記冷却装置によって上方から供給される冷却水から遮蔽する遮蔽部材とを備えたことを特徴とする熱間圧延設備。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-147108
受付番号	50300864388
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成15年 5月27日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年 5月26日
-------	-------------

特願 2003-147108

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000001258]

1. 変更年月日

1990年 8月13日

[変更理由]

新規登録

住 所

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

氏 名

川崎製鉄株式会社

2. 変更年月日

2003年 4月 1日

[変更理由]

名称変更

住所変更

住 所

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号

氏 名

JFEスチール株式会社